

PCT/JP2004/002906

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

01. 4. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年 6月18日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-173158

[ST. 10/C]: [JP2003-173158]

出 願 人  
Applicant(s): 株式会社日立製作所  
株式会社日立カーエンジニアリング

REC'D 22 APR 2004

WIPO

PCT

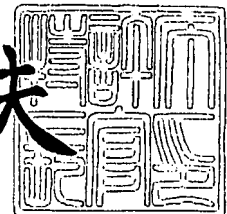
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 3月16日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3021092

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT03P0331

【提出日】 平成15年 6月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01F 1/68

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所 日立研究所内

【氏名】 中野 洋

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所 日立研究所内

【氏名】 山田 雅通

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所 日立研究所内

【氏名】 松本 昌大

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市高場 2 4 7 7 番地 株式会社日立カーエンジニアリング内

【氏名】 渡辺 泉

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市高場 2 4 7 7 番地 株式会社日立カーエンジニアリング内

【氏名】 半沢 恵二

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

## 【特許出願人】

【識別番号】 000232999

【氏名又は名称】 株式会社日立カーエンジニアリング

## 【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 熱式空気流量計

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 空気流量測定に用いる発熱抵抗体及び温度補償抵抗体を基板に形成してなる流量測定素子と、前記流量測定素子を支持し少なくとも前記流量測定素子の駆動回路を収容するケーシングとを備え、前記流量測定素子が前記ケーシングを介して流量測定対象の空気通路に配置される熱式空気流量計において、

空気流量計における 2 点の温度測定を行う第 1、第 2 温度センサを有し、前記第 1 温度センサが前記流量測定素子の基板に設けられ、前記第 2 温度センサが前記ケーシングの内部に設けられていることを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項 2】 前記流量測定素子は、半導体基板上に前記発熱抵抗体と前記温度補償抵抗体とをパターンニングにより形成した半導体型流量測定素子であり、前記ケーシングの内部には、少なくとも前記駆動回路を形成した回路基板を収納し、前記第 1 温度センサは、前記流量測定素子の半導体基板に設けられ、前記第 2 温度センサは、前記ケーシング内の回路基板に設けられている請求項 1 記載の熱式空気流量計。

【請求項 3】 前記第 2 温度センサは、前記ケーシング内に配置される回路基板に設けられ、前記第 1 温度センサを有する基板と前記第 2 温度センサを有する回路基板とが端子電極を介して電氣的に接続され、

前記回路基板は、前記流量測定素子の出力信号と前記第 1、第 2 温度センサの出力信号とを入力して、これらの信号に基づき空気流量を演算する信号処理装置を備えている請求項 1 記載の熱式空気流量計。

【請求項 4】 前記回路基板は、前記信号処理装置による空気流量演算に用いる補正データを記憶するメモリを有している請求項 3 記載の熱式空気流量計。

【請求項 5】 前記信号処理装置は、前記第 1、第 2 温度センサの出力信号と前記流量測定素子の出力信号とに基づき、空気温度と空気通路壁面温度とを推定し、これらの推定値から空気流量の補正データを求め、この補正データを用いて空気流量を演算する請求項 3 記載の熱式空気流量計。

【請求項 6】 前記空気流量計の本体は、前記空気通路に流れる空気の一部を通す副通路を有し、この副通路は前記ケーシングに支持され、前記副通路及び前記ケーシングは前記空気通路の壁部から該通路の径方向に通されて前記空気通路内に配置され、

前記副通路に前記流量測定素子の基板が位置し、この基板に前記第 1 温度センサが設けられ、

前記ケーシング内に前記流量測定素子の駆動回路と信号処理装置と前記第 2 温度センサとを設けた回路基板が收容されている請求項 1 記載の熱式空気流量計。

【請求項 7】 空気通路に配置されて空気流量を計測する発熱抵抗体及びこの発熱抵抗体を温度補償するための温度補償抵抗体とを形成した第 1 基板と、

前記発熱抵抗体及び前記温度補償抵抗体を駆動する回路と空気流量を演算するための信号処理装置とを有する第 2 基板と、を備え、

前記空気通路の径方向に前記第 2 基板と前記第 1 の基板を電気的な接続を介して順次配置し、これらの基板のうち、前記第 2 基板は空気通路壁から空気通路内に通されたケーシングに收容され、前記第 1 基板はこのケーシングの先端に保持され、

前記第 1、第 2 基板には、空気流量計の 2 点の温度を検出する第 1、第 2 温度センサが設けられ、

前記第 2 基板の信号処理装置に流量測定信号と前記第 1、第 2 温度センサの出力信号とが入力されて、これらの信号に基づき空気流量が第 2 基板上で演算されるように構成したことを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項 8】 温度依存性を有する発熱抵抗体及び温度補償抵抗体を用いて内燃機関の吸気通路中に流れる空気流量を測定する熱式空気流量計において、

流量測定素子を構成する前記発熱抵抗体と温度補償抵抗体とを形成した第 1 基板と、

前記第 1 基板に設けてこの基板上の温度を検出する第 1 温度センサと、

前記発熱抵抗体及び前記温度補償抵抗体を駆動する回路と空気流量を演算するための信号処理装置とを備えた第 2 基板と、

前記吸気通路の壁に支持されて吸気通路中に位置し、且つ先端に前記第 1 基板

を保持し内部に前記第2基板を収納するケーシングと、

前記第2基板に配置してこの基板上の温度を検出する第2温度センサと、

前記第1, 第2基板の電気作動要素を電氣的に接続するために各基板に配設された端子電極と、を備え、

前記第2基板の信号処理装置は、前記流量測定素子の出力信号と前記第1, 第2温度センサの出力信号とを入力してこれらの信号に基づき空気流量を演算する機能を有することを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項9】 前記ケーシング内の信号処理装置により算出された空気流量信号が空気流量計の外部に配置されたエンジン制御ユニットに出力されるように構成した請求項8記載の熱式空気流量計。

【請求項10】 前記温度補償抵抗体と前記第1温度センサとが兼用している請求項1ないし9のいずれか1項記載の熱式空気流量計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、空気流量を測定する熱式空気流量計に係り、特に、内燃機関の吸入空気量を測定するのに適した空気流量計に関する。

【0002】

【従来の技術】

内燃機関における吸入空気量を検出する装置として、吸気通路（空気通路）内に温度依存性を有する発熱抵抗体とこの発熱抵抗体の温度補償をするための抵抗体（温度補償抵抗体）とを配置して、吸入空気流量を測定する方式が広く知られている。

【0003】

このタイプの空気流量計は、発熱抵抗体の熱が空気流に放たれても、発熱抵抗体と温度補償抵抗体との温度差が一定になるように発熱抵抗体に流れる加熱電流を制御し、その電流の変化を直接或いは間接的に検出することにより空気流量を測定している。

【0004】

このような熱式の空気流量計が自動車等の内燃機関に設置された場合、内燃機関の温度上昇により、その機関の熱が吸気通路の壁面から空気流量計に熱が伝わる。また、走行中に空気温度が変化することもある。また、空気流量計を駆動するための駆動回路など空気流量計自身の発熱もある。このような周囲温度変化や自己発熱が存在すると、温度補償抵抗体を有していても、空気流量計の検出流量に誤差が生じる。

#### 【0005】

このような温度変化による流量検出誤差を低減するために、従来の熱式空気流量計においては、特開昭61-239119号公報、特開平10-197309号公報に記載されたものがある。

#### 【0006】

特開昭61-239119号公報は、被測定空気が流れる空気通路を構成しているボディ温度と、検出空気温度とが異なる場合に、空気量の検出誤差が生じることが経験上知られていることから、この検出誤差を次のようにして補正している。すなわち、空気通路中に空気温度測定用の抵抗体を設置すると共に、空気通路の壁面に該壁面温度を検出する温度検出抵抗体を配設し、空気流量信号を空気通路壁面温度と空気温度の差に基づき補正している。

#### 【0007】

また、特開平10-197309号公報では、流量測定素子（発熱抵抗体、温度補償抵抗体）を有する基板に、空気温度を検出する温度センサと、基板の温度を検出する基板温度センサとを設ける。流量測定素子の基板は、空気通路壁に取り付けた支持体によって支持される構造である。基板温度センサは、支持体側の基板一端に設けられる。一方、空気温度センサは、基板のもう一端（支持体と反対側）に配置される。基板温度センサは、吸気通路壁から支持体を介してエンジンなどの熱が流量測定素子の基板に伝わることによる基板温度上昇を検出する。この基板温度情報と空気温度情報に基づき流量検出誤差が補正される。

#### 【0008】

##### 【特許文献1】

特開昭61-239119号公報（第1図の実施例）

## 【特許文献2】

特開平10-197309号公報(図1、図4、図9、図11、図14の実施例)

## 【0009】

## 【発明が解決しようとする課題】

上記従来技術において、特開昭61-239119号公報のように空気通路壁に壁面温度を検出するための温度検出抵抗体を設ける方式は、温度検出抵抗体を空気通路壁に埋設するなどして壁面温度を検出可能にしている。このような構成では、温度検出抵抗体を樹脂中に埋設するために空気流量計の成形加工が複雑になる。また、温度検出抵抗体の端子を空気通路壁部の外部に引き出すために、流量信号、電力入力端子のほかに温度出力の外部接続端子を空気流量計ボディに増設する必要があった。

## 【0010】

一方、特開平10-197309号公報では、上記したように、流量測定素子(発熱抵抗体、温度補償抵抗体)を形成した基板に、基板温度センサと空気温度センサとを設けて両者の温度差より空気流量検出値を検出するようにしている。この方式では、流量測定素子の基板として、シリコン等の半導体基板を用いた場合には、シリコン基板の熱伝導率が基板材料の中では大きいことから、基板の被支持側とその反対側との温度差がほとんど生じない。したがって、基板温度情報と空気温度情報とが常にほぼ同一温度となってしまう、基板に伝わるエンジンなどの外部からの熱を充分に検出できず、補正精度の点で改善すべき点があった。

## 【0011】

また、流量測定素子に支持体などの外部から伝わる熱は、素子全体に伝わるということであり、吸気温度を検出するための温度センサから得られる空気温度情報も実際の空気温度より高くなる傾向があった。

## 【0012】

本発明は、上記した従来技術の課題を解決して、流量測定精度を高めると共に、空気温度検出についても精度を高めることを目的としている。

## 【0013】



**【課題を解決するための手段】**

本発明は、上記目的を達成するために、基本的には次のように構成する。

**【0014】**

流量測定素子は、発熱抵抗体及び温度補償抵抗体を基板（第1基板）に形成してなる。流量測定素子は、空気流量計の駆動回路を収容するケーシングにより支持され、このケーシングを介して流量測定対象の空気通路に配置される。そして、空気流量計における2点の温度測定を行う第1、第2温度センサを備え、第1温度センサが流量測定素子の基板（第1基板）に設けられ、第2温度センサがケーシングの内部に設けられている。第2温度センサは、好ましくは、ケーシングに収納した回路基板（例えば、空気流量計の駆動回路や信号処理装置を搭載した第2基板）に配置する。

**【0015】**

このような構成にすることにより、信号処理装置は、流量測定素子からの出力信号と第1、第2温度センサの出力信号の3つの情報から、外部の熱的影響を補正した空気流量を算出することが可能になる（この演算式の具体例は実施例にて述べる）。

**【0016】**

それによって、流量測定素子が他の構成体に支持された構造であっても、外部から熱が伝わることによって生じる流量検出誤差を補正し、高精度な空気流量検出が可能となる。

**【0017】**

さらに、第1、第2温度センサを、第1、第2基板にそれぞれ分けて設けることで、空気流量計の2点の温度差を明確にとらえることができ、空気流量演算の精度を高める。また、第1、第2の基板同士を電氣的に接続し第2基板で空気流量、空気温度、空気通路壁面温度などの少なくとも一つを演算処理することで、温度センサなどの信号も空気流量計で内部処理できるので、温度センサの出力端子を空気流量計外部機器の接続端子として増設する必要性もなくなる。また、従来のように、温度センサを空気流量計の壁面に埋設するなどの構造にしないで、温度センサの設置を容易にする。

## 【0018】

## 【発明の実施の形態】

本発明における実施の形態を、図面を参照して説明する。

## 【0019】

図1は本発明の一実施例に係る熱式空気流量計を空気通路と直角に断面した図、図2は図1におけるB-B'断面である。図3は図2と同様の断面で空気流量計のケーシング外観を示した図である。図4は本実施例に用いる空気流量測定素子（以下、測定素子と称する）1の平面図、図5は図4におけるC-C'断面の図である。

## 【0020】

図1～図3において、空気流量計は、後述する発熱抵抗体、温度補償抵抗体などを基板（第1基板）10cに形成してなる測定素子1、測定素子1を配置した副通路（計量通路）4、回路基板（第2基板）14、回路基板14を収容するケーシング5、ケーシング5を支持する支持部7、コネクタ部70等により構成される。このうち、副通路4、ケーシング5、支持部7、コネクタ部70は、合成樹脂により一体に成形される。

## 【0021】

測定対象の空気が流れる吸気通路（メイン通路）3は、内燃機関へ吸入空気を通す吸気管の一部を構成する。空気流量計は、吸気通路3を形成する筒体（ボディ）6に次のように装着される。

## 【0022】

ボディ6は、その通路壁に流量計取付け穴60を有し、この取付け穴60を通して副通路4とケーシング5とが挿入される。フランジ状の支持部7は、空気通路壁（ボディ）6の外面に係止して、例えばねじ等で固着される。

## 【0023】

このようにして、副通路4とケーシング5とは、吸気通路3の壁面から中心に向けて径方向に順次配置される。副通路4はケーシング5の一端に支持されて吸気通路3の略中央に配置されている。

## 【0024】

ここで、測定素子1の詳細について図4及び図5により説明する。

【0025】

測定素子1の基板(第1基板)10cは、本実施例ではシリコンなどの半導体により形成される。基板10c上には、発熱抵抗体8と、発熱抵抗体の上下流に形成される上流抵抗体16及び下流抵抗体17と、温度補償抵抗体11aと、測定素子周辺換言すれば基板10c上の温度を検出するための第1温度センサ18とが形成されている。これらの要素は、すべて、基板10c上に電気絶縁膜10aを介してポリシリコン抵抗体(或いは白金などでも良くその材質を問わない)で形成されるか、或いは第1温度センサ18については、サーミスタ等の半導体素子でもよい。

【0026】

シリコン基板10cにおいて、発熱抵抗体8、上流抵抗体16、下流抵抗体17が位置する箇所の裏面は、異方性エッチングにより空洞9が穿孔形成されている。この空洞9は、基板10cの下面から電気絶縁膜10aの境界面まで形成される。この空洞9部位の電気絶縁膜10a上に発熱抵抗体8、上流抵抗体16、下流抵抗体17が位置する。これらの抵抗体は温度依存性を有し、温度に応じて抵抗特性が変化する。また、これらの抵抗体および温度センサを保護するために、基板10cの最上層に電気絶縁膜10bが形成される。

【0027】

温度補償抵抗体11aは、空気温度を感知することにより、発熱抵抗体8の温度と空気温度(温度補償抵抗体の温度)との差がほぼ一定になるように補償する。温度補償抵抗体11aと、第1温度センサ18とは、電気絶縁膜10a上で且つ基板10cの先端側(測定素子1の反支持部側)に形成される。

【0028】

測定素子1(第1基板10c)は、図2に示すようにケーシング5の一端に支持されている。基板10c上における被支持側(ケーシング側)の一端には、上記した各抵抗体8、16、17、11aおよび第1温度センサ18の端子電極13が配設され、この端子電極13と測定素子1の外部回路(ケーシング5内の回路基板14)の端子電極50とがワイヤーボンディングにより電氣的に接続され

る。

#### 【0029】

第1温度センサ18はサーミスタ等の半導体素子の場合には、外部回路と溶接により電氣的に接続してもよい。

#### 【0030】

次にケーシング5内の回路基板（第2基板）14について説明する。

#### 【0031】

回路基板14は、空気流量計の駆動回路（発熱抵抗体8の加熱電流制御回路で、例えば図6に示すブリッジ要素抵抗体19、20、演算増幅器21、トランジスタ22よりなる回路）と信号処理装置30とを有する。

#### 【0032】

信号処理装置30は、空気流量検出回路の要素（図7の信号出力線33）と空気流量などを補正演算する演算器31（図8）及び流量補正データを記憶するメモリ32とを有する。

#### 【0033】

さらに、回路基板14には、回路基板上の温度（ケーシング内温度）を検出する第2温度センサ15が設けられている。第2温度センサ15は、例えばサーミスタ等の半導体素子よりなる。第1温度センサ18と第2温度センサ15とは、空気流量計の2点温度を計測するので、同一特性のものであることが好ましい。

#### 【0034】

本実施例においては、空気通路3の径方向に分けた回路基板（第2基板）14と測定素子基板（第1基板）10cとを分けて、これらの基板に2点温度測定用の温度センサ15と18とを個別に配設する構造と成り得る。そして、これらの第1、第2基板は、電氣的な接続を介して順次配置される。流量測定信号（検出空気流量） $Q_m$ および第1、第2温度センサの出力信号 $T_1$ 、 $T_2$ は、すべて第2基板14の信号処理装置30にA/D変換器を介して入力され（図8）、これらの信号に基づき吸気温度（空気温度） $T_a$ 、吸気通路壁面温度 $T_w$ が算出され、また空気流量が補正演算される（補正後空気流量 $Q'_m$ ）。なお、これらの具体的な演算例については、後述する。

## 【0035】

回路基板（第2基板）14のうち測定素子1と反対側の一端には、外部接続用のコネクタ端子71とワイヤボンディングを介して接続するための端子電極51が配設されている。コネクタ端子71は、空気流量計の電源供給端子と上記した信号Ta、Tw、Q'mを出力する端子とよりなる。コネクタ端子71は、外部のバッテリー23（図6、図7）とエンジン制御ユニット（図示せず）に接続される。空気流量データQ'mは、エンジン制御ユニットにて燃料噴射量の算出データとして使用され、空気温度Taや壁面温度Twは、その他の用途に使用することが可能である。

## 【0036】

第2温度センサ15について、駆動回路等が設置される基板14上に一体に実装することは、低コストな方法である。さらに、基板14上の回路として、あらかじめ内部に温度センサを備えた演算器を用いる場合、第2温度センサとしてこの演算器内部の温度センサを使用してもよく、この場合配線などの部材を必要としないためさらに低コストになる。

## 【0037】

次に本実施例における空気流量計の動作原理について説明する。

## 【0038】

図4における発熱抵抗体8と温度補償抵抗体11aは、図6に示すブリッジ回路の要素となる。温度補償抵抗体11aは、空気温度に感応して抵抗値が変化する。温度補償抵抗体11aにより、発熱抵抗体8は、その温度が被検出空気2の温度に対して常に一定温度高くなるように電流制御される。

## 【0039】

このブリッジ回路は、発熱抵抗体8、温度補償抵抗体11a、固定抵抗19、20よりなり、それを駆動する回路として、演算増幅器21、トランジスタ22を備え、及び駆動回路電力供給源となるバッテリー23が電氣的に接続されている。

## 【0040】

発熱抵抗体8及び温度補償抵抗体11aは、抵抗温度係数の大きいポリシリコ

ン抵抗体である。ブリッジ電圧 24 と 25 の電位差は、演算増幅器 21 とトランジスタ 22 を通してブリッジ回路にフィードバックされ、それによって、常にブリッジの抵抗比が一定になる。

#### 【0041】

温度補償抵抗体 11a の初期抵抗値を大きくし、逆に発熱抵抗体 8 の初期抵抗値を小さくすることによって、温度補償抵抗体 11a は発熱量が小さくほぼ被検出空気 2 の温度となる。一方、発熱抵抗体 8 は、加熱電流が流れるように初期抵抗値を小さくしてある。また発熱抵抗体 8 の裏面は、図 5 に示すように空洞 9 で熱絶縁しており、発熱により温度上昇すると抵抗値が大きくなる。したがって、ブリッジ抵抗 8、11a、19、20 の抵抗比が一定値になるまで発熱抵抗体 8 の抵抗値が上昇することになり、発熱抵抗体 8 は、温度補償抵抗体 11a の温度すなわち被検出空気 2 の温度より一定温度高くなるように制御できる。

#### 【0042】

図 7 は、被検出空気 2 の流量を検出する回路である。図 4 のように測定素子 1 には空気流 2 が流入してくる。このとき発熱抵抗体 8 の上下流に上流抵抗体 16 と下流抵抗体 17 を配置することによって上流抵抗体 16 は空気流 2 により冷却され、下流抵抗体 17 は発熱抵抗体 8 により暖められた空気が流れてくるため加熱される。したがってこれら 2 つの抵抗体は温度により抵抗値が変化する。

#### 【0043】

したがって、上流抵抗体 16 と下流抵抗体 17 を図 6 の流量検出回路 31 に示すように電氣的に接続することにより、温度差すなわち空気流量に応じた電圧信号  $Q_m$  が得られる。

#### 【0044】

図 8 に示すように、回路基板 14 (図 1, 図 2) に搭載される演算器 31 (信号処理装置 30) には、第 1 温度センサ 18 からの基板温度 (測定素子温度)  $T_1$ 、第 2 温度センサ 15 からのケーシング内温度  $T_2$ 、流量検出回路 33 から検出空気流量  $Q_m$  が入力される。

#### 【0045】

これらの入力信号 (情報) は、演算器 31 でアナログからデジタル信号に変換

されて演算処理され、高精度に吸気温度  $T_a$  と、吸気通路壁面温度  $T_w$  と、補正後の空気流量  $Q'_m$  が算出される。これらの算出された信号は、出力ポートを介して空気流量計外部の装置に出力される。なお、この演算の具体例については、後述する。

#### 【0046】

本実施例では、空気流量  $Q'_m$  に加え吸気温度（被検出空気温度）  $T_a$  と吸気通路壁面温度  $T_w$  を出力する構成となっているが、必要に応じて空気流量信号のみ、もしくはいずれかのものを選択し出力する構成も可能である。

#### 【0047】

従来の熱式空気流量計では、自動車等の内燃機関に適用した場合において、①被検出空気温度の温度変化が原因となる流量検出誤差や、②内燃機関の熱が吸気通路に伝わることによって起きる空気流量計の温度上昇、すなわち図1、図2における吸気通路壁面6の温度と被検出空気2の温度が異なる状態になったときに生じる流量検出誤差がある。③また空気流量計自身の温度上昇すなわち駆動・検出回路等の発熱にも影響される。本発明ではこのような温度変化の影響を受けず高精度な空気流量検出を行うことが目的であり、以下詳細を説明する。

#### 【0048】

図9及び図10に、従来の熱式空気流量計（2点温度センサを有さないタイプの流量計）において、被検出空気2の温度や吸気管壁面温度が変化したときに発生する検出流量誤差の一例を示す。

#### 【0049】

図9及び図10において、特性Iは適正な検出流量信号  $Q_m$ －吸気管流量  $Q_s$  特性（標準特性）を示すものである。標準特性Iは、例えば、壁面温度  $T_w$  が20℃、吸気温度が20℃の時の  $Q_m$ － $Q_s$  特性である。

#### 【0050】

自動車運転環境が著しく変化することにより、壁面温度  $T_w$  や吸気温度  $T_a$  が常温から急激に変化する場合には、もはや温度補償抵抗体11aでは充分に対応できず、流量検出誤差が生じる。

#### 【0051】

例えば、図9の特性IIは、吸気温度及び壁面温度のいずれもが $+20^{\circ}\text{C}$ から $+80^{\circ}\text{C}$ に上昇した場合の実験データであり、この場合には、従来の空気流量計が検出する流量は、全流量域でプラス誤差 $+\Delta Q_a$ が発生する傾向にある。逆に、壁面温度及び吸気温度のいずれもが、 $+20^{\circ}\text{C}$ から $-20^{\circ}\text{C}$ に低下すると（図示省略）、マイナス誤差が発生する傾向がある。

#### 【0052】

図10の特性IIIは、内燃機関の熱などにより吸気通路壁面6の温度が $+20^{\circ}\text{C}$ から $+80^{\circ}\text{C}$ に上昇し、一方、吸気2の温度については $+20^{\circ}\text{C}$ である場合の $Q_m-Q_s$ 特性である。このように、吸気温度が常温であっても、吸気温度と吸気通路壁面温度に $60^{\circ}\text{C}$ 温度差が生じたときには、空気流量計が検出する流量は、全流領域でマイナス誤差 $-\Delta Q_w$ が発生する傾向がある。このときの、空気流量計の温度分布状態を図11に示す。

#### 【0053】

図11において、熱式空気流量計の支持部7（吸気通路壁面位置）の温度 $T_w$ が $+80^{\circ}\text{C}$ で、吸気温度（被検出空気2の温度） $T_a$ が $+20^{\circ}\text{C}$ である場合、支持部7と測定素子1との間の温度分布は図11に示すような勾配となる。単純に支持部7の温度 $T_w$ と吸気温度 $T_a$ のみを考えれば、温度は、支持部7から測定素子1の方向に向けて徐々に温度が下がってくる。

#### 【0054】

しかし、本実施例のようにケーシング5内部に空気流量計の駆動・検出回路等を設置している場合には、回路発熱によりケーシング5内部の温度が上昇する。また、測定素子1には発熱抵抗体8を設置しているため、測定素子1上に局所的な温度上昇 $T_h$ がある。このような状態になると、空気流量計の各部において誤差要因が発生することで、空気流量計の検出流量に誤差が発生するとともに、測定素子1にも熱が伝導し測定素子1上に設置した空気温度センサ18の検出温度にも影響を与える。

#### 【0055】

このような影響を改善することが本発明の目的である。これは被検出空気2の流量情報 $Q_m$ と測定素子の温度 $T_2$ とケーシング5内の温度 $T_1$ との3つの情報



を用いることによって可能である。

【0056】

すなわち図1、図2、図11における測定素子1からの流量信号 $Q_m$ 、測定素子1上に設置した第1温度センサ18からの温度情報 $T_1$ 、ケーシング内の第2温度センサ15からの温度情報 $T_2$ である。

【0057】

これらの3つの情報を用いることによって、次に述べる熱式空気流量計の温度分布モデルを用いて、高精度な空気流量情報 $Q'_m$ 、吸気温度 $T_a$ 、吸気通路壁面温度 $T_w$ を演算により推定可能である。

【0058】

まず、吸気温度、吸気通路壁面温度の演算方法について説明する。

【0059】

図12に、吸気温度 $T_a$ と吸気通路壁面温度 $T_w$ の演算方法における簡易な温度分布モデルを示す。

【0060】

図12において、空気流量計のケーシング5の長手方向（吸気通路の径方向）方向を $L$ 、この長手方向 $L$ 上の温度を $T$ 、ケーシング5が支持される吸気通路壁面の温度を $T_w$ 、吸気温度を $T_a$ 、吸気流量を $Q_s$ とすると、 $L$ 方向の温度分布状態は、下式のように指数関数で近似することができる。

〔数1〕

$$T = (T_w - T_a) \exp(k \cdot Q_s \cdot L) + T_a$$

また、吸気通路壁面6を基準にして、測定素子1上に設置した第1温度センサ18の位置を $L_1$ 、ケーシング5内に設置した第2温度センサ15の位置を $L_2$ 、とすると、それぞれの検出温度 $T_1$ 、 $T_2$ は、各温度センサ自身から得られる。また上式における $Q_s$ は測定素子1から検出した流量 $Q_m$ とし、被検出空気の温度 $T_a$ と吸気通路壁面の温度 $T_w$ の推定に関しては、 $Q_m = Q_s$ と仮定した。

【0061】

ここで定数 $k$ は、仮想的な温度分布モデルを、実験値から得られた現実的な温度分布に合わせるための調整パラメータである。これら $L_1$ 、 $L_2$ 、 $T_1$ 、 $T_2$

の値を上式に代入することによって下式のような連立方程式が成り立つ。

〔数 2〕

$$T1 = (Tw - Ta) \exp(k \cdot Qm \cdot L1) + Ta$$

$$T2 = (Tw - Ta) \exp(k \cdot Qm \cdot L2) + Ta$$

ここで、 $T1$  は第 1 温度センサ 18 からの温度情報、 $T2$  は第 2 温度センサ 15 からの温度情報、 $Qm$  は測定素子 1 からの検出流量である。 $k$  は定数、 $L1$ 、 $L2$  は実装構造によって決まる定数であるため、未知数は  $Tw$ 、 $Ta$  となり、この連立方程式を  $Tw$ 、 $Ta$  について解くことにより、吸気通路壁面 6 の温度  $Tw$  と被検出空気 2 の温度  $Ta$  が求められる。

【0062】

このような演算は図 8 に示す演算器 31（信号処理装置 30）によってケーシング 5 内で行う。

【0063】

被検出空気 2 の温度  $Ta$  と、空気流量計の支持部 7 の温度すなわち吸気通路壁面温度  $Tw$  が得られれば、測定素子 1 及び流量検出回路（図 7）から得られた検出空気流量  $Qm$  を補正することが可能になる。

【0064】

すなわち図 10 および図 14 に示すように、吸気通路壁面 6 の温度が上昇すれば、これによって生じる流量誤差に相当する補正流量  $+\Delta Qw$  を与え、図 9 および図 13 に示すように、吸気温度が変化すれば同様に吸気温度変化に関する補正流量  $-\Delta Qa$  を演算器 31 の内部で与えることによって高精度な空気流量情報  $Q'm$  が検出可能である。

【0065】

本実施例では、演算器 31 は、内部にメモリ 32 を持ち、被検出空気温度  $Ta$ 、吸気通路壁面温度  $Tw$  及び検出空気流量  $Qm$  に対応した補正流量値を求めるようなマップや関数が補正データとして記憶されている。

【0066】

例えば、メモリ 32 は、被検出空気温度  $Ta$  に対応する流量補正データ  $\alpha 1$  と、吸気通路壁面温度  $Tw$  に対応する流量補正データ  $\alpha 2$  のマップを有している場

合には、次式により補正流量 $Q'm$ が得られる。

〔数3〕

$$Q'm = Qm \times \alpha 1 (Ta) \times \alpha 2 (Tw)$$

これらの入力と補正データにより、補正流量演算を行うことにより、高精度な空気流量検出を行うことが可能である。

【0067】

さらに、本実施例によれば、空気流量計の2点温度は、流量計の壁面～吸気通路に至る熱伝達経路における独立した基板上で検出できるので、互いの温度データの信頼性を高めることができる。また、2点温度と空気流量検出信号に基づく補正流量演算や空気温度、壁面温度などの演算は、すべて空気流量計のケーシング内で処理するので、流量計の外部と接続する端子については、温度センサのデータ端子を設けなくとも済み、出力端子やワイヤハーネスの簡略化を図ることができる。さらに、温度センサについては、ケーシング及び流量測定素子の各基板に設置するので、空気流量計のボディそのものに温度センサのための加工をほとんど必要とせず、ボディ構造の簡略化を図ることができる。

【0068】

なお、上記実施例では、第2温度センサ15については、回路基板14に設けたが、ケーシング5内に回路基板14と切り離して装着することも可能である。

【0069】

また、流量測定素子1は、フィルムタイプの感温抵抗体（発熱抵抗体、温度補償抵抗体）を絶縁基板に設けたタイプのものでもよい。

【0070】

さらに、流量測定素子1として、発熱抵抗体8の空気流量に対する加熱電流の変化を上流抵抗体と下流抵抗体の温度差（抵抗値差）で間接的に検出しているが、それに限定するものではない。発熱抵抗体8の電流値を直接検出することで空気流量の変化を検出するタイプのものにも適用可能である。図15及び図16に直接加熱電流検出タイプの流量測定素子の一例を示す。なお、図15及び図16の符号において、先の実施例に用いた符号と同一符号は同一或いは共通する要素を示すものである。図15、図16では、上流抵抗体、下流抵抗体を使用せず、

図 17 に示すように発熱抵抗体 8、温度補償抵抗体 11a、固定抵抗 19、20 のブリッジ回路における発熱抵抗体 8・抵抗 19 間の電圧から吸気流量信号  $Q_a$  を得ている。

【0071】

上記実施例における信号処理装置 30 については、駆動回路と切り離して空気流量計外部に設けることも可能である。

【0072】

また、上記実施例では測定素子 1 上の温度  $T_a$  を検出する第 1 温度センサとして専用の素子 18 を使用したが、温度補償抵抗体 11a の精度が第 1 温度センサとしての要求精度に応えられる場合には、専用の第 1 温度センサ 18 に代わって温度補償抵抗体 11a に第 1 温度センサの機能を兼用させることも可能である。

【0073】

この場合の駆動回路例を図 18 に示す。この回路例は、基本的には、図 6 と同様のものであり、異なる点は、温度補償抵抗体 11a の両端電圧の変化から温度補償抵抗体の抵抗値の変化をとらえ、この信号値を空気温度（流量測定素子上の温度） $T_a$  として取り出すようにしたものである。この信号  $T_a$  は、信号処理装置 30 に入力される。

【0074】

【発明の効果】

本発明によれば、例えば、内燃機関のように厳しい温度環境に設置される空気流量計において、吸入空気の温度変化や空気流量計が設置される吸気通路壁面の温度上昇による流量検出誤差を補正し、検出精度を向上することができる。しかも、空気流量計のボディについて温度センサやその端子の埋設を不要として簡略化された構造によって、上記検出精度の向上を図り得る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施例に係る熱式空気流量計を空気通路と直角に断面した図。

【図 2】

図 1 における B-B' 断面の図。

## 【図 3】

図 2 と同様の断面で空気流量計のケーシング外観を示した図。

## 【図 4】

上記実施例に用いる流量測定素子を示す平面図。

## 【図 5】

図 4 における C-C' 断面の図。

## 【図 6】

上記実施例に用いる熱式空気流量計の駆動回路。

## 【図 7】

上記実施例に用いる熱式空気流量計の流量検出回路。

## 【図 8】

上記実施例に用いる信号処理装置のブロック図。

## 【図 9】

上記実施例にて、吸気温度変化時の流量補正を示す図。

## 【図 10】

上記実施例にて、吸気通路壁面温度変化時の流量補正を示す図。

## 【図 11】

上記実施例の熱式空気流量計の温度分布を示す図。

## 【図 12】

上記実施例の熱式空気流量計の温度分布モデルを示す図。

## 【図 13】

上記実施例の吸気温度変化時の流量補正值を示す図。

## 【図 14】

上記実施例の吸気通路壁面温度変化時の流量補正值を示す図。

## 【図 15】

上記実施例に用いる測定素子の他の例を示す平面図。

## 【図 16】

図 15 の A-A' 断面図。

## 【図 17】

図 15 の流量測定素子を組み込んだ空気流量計の駆動回路を示す図。

【図 18】

上記実施例に用いる他の駆動回路例を示す図。

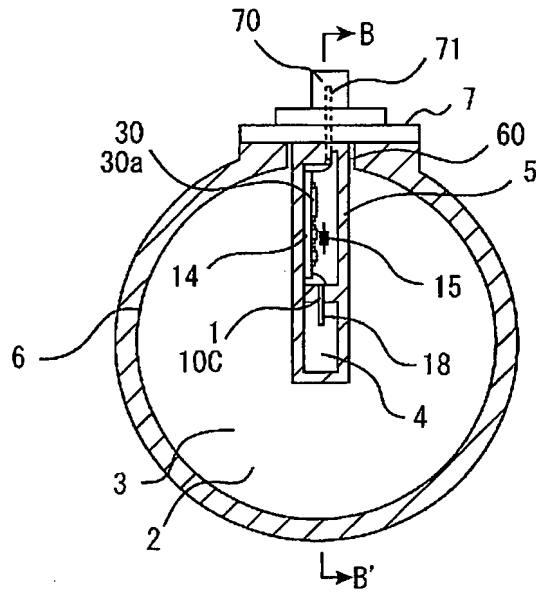
【符号の説明】

1…測定素子、2…被検出空気、3…吸気通路、4…副通路、5…ケーシング、6…吸気通路壁面、7…支持部、8…発熱抵抗体、10c…シリコン基板（第1基板）、11a…温度補償抵抗体、14…回路基板、15…第2温度センサ、18…第1温度センサ。

【書類名】 図面

【図 1】

圖 1



# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/US2005/004975

International filing date: 17 February 2005 (17.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: US  
Number: 10/796,732  
Filing date: 08 March 2004 (08.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 20 April 2007 (20.04.2007)

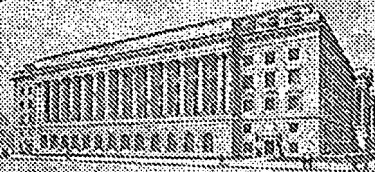
Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



1596879



# THE UNITED STATES OF AMERICA

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE

United States Patent and Trademark Office

*April 10, 2007*

THIS IS TO CERTIFY THAT ANNEXED HERETO IS A TRUE COPY FROM THE RECORDS OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE OF THOSE PAPERS OF THE BELOW IDENTIFIED PATENT APPLICATION THAT MET THE REQUIREMENTS TO BE GRANTED A FILING DATE.

APPLICATION NUMBER: 10/796,732

FILING DATE: *March 08, 2004*

RELATED PCT APPLICATION NUMBER: PCT/US05/04975

THE COUNTRY CODE AND NUMBER OF YOUR PRIORITY APPLICATION, TO BE USED FOR FILING ABROAD UNDER THE PARIS CONVENTION, IS US10/796,732



Certified by

Under Secretary of Commerce  
for Intellectual Property  
and Director of the United States  
Patent and Trademark Office